

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-349310

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 11-162419

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 09.06.1999

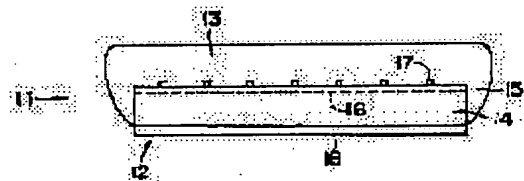
(72)Inventor : KAMIMURA KUNIO

(54) SOLAR BATTERY AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate surplus adhesive agent and alignment of high precision unnecessary and reduce thermal strain.

SOLUTION: Solution of powder glass is spread on the surface of a solar battery cell 12 on which electrodes 17 are formed, solvent is vaporized, baking is performed, and a glass 13 is directly formed. Consequently, alignment of the solar battery cell and glass, and finishing work for eliminating extruded adhesive agent are excluded. By selecting powder glass having thermal expansion coefficient almost equal to that of a P-type silicon substrate 14, thermal strain due to rapid temperature change can be reduced. As a result, reduction of cost and improvement of reliability are enabled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3577430

[Date of registration] 16.07.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-349310
(P2000-349310A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000.12.15)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 31/04

H 0 1 L 31/04

F 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-162419

(22) 出願日

平成11年6月9日 (1999.6.9)

(71) 出願人

000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者

上村 邦夫

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人

100062144

弁理士 青山 葆 (外1名)

Fターム(参考) 5F051 AA02 BA17 DA03 EA01 EA18

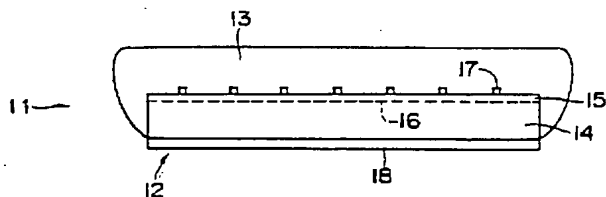
GA04 HA19 JA03

(54) 【発明の名称】 太陽電池およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 余分な接着剤の除去や精度の高い位置合せの必要を無くし、熱歪を小さくする。

【解決手段】 電極17が形成された太陽電池セル12の表面に、粉末ガラスの溶液を塗布して溶剤を揮発させ、焼成して、ガラス13を直接形成する。こうして、太陽電池セルとガラスとの位置合わせや、はみ出した接着剤を取り除く仕上げ作業を無くす。また、P型シリコン基板14と略同等の熱膨張係数を呈する粉末ガラスを選ぶことによって急激な温度変化による熱歪を小さくする。すなわち、コストダウンと信頼性の向上とを図ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 太陽電池セルの表面に透明ガラス層が直接形成されていることを特徴とする太陽電池。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の太陽電池において、上記透明ガラス層は、粉末ガラスを焼成して形成されたことを特徴とする太陽電池。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の太陽電池において、上記透明ガラス層にはセリウムが添加されていることを特徴とする太陽電池。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の太陽電池において、上記透明ガラス層は、屈折率が異なる複数のガラス層を積層して構成されていることを特徴とする太陽電池。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の太陽電池において、上記透明ガラス層の厚さは、 $50\mu\text{m}$ ～ $1000\mu\text{m}$ であることを特徴とする太陽電池。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の太陽電池において、上記透明ガラス層は、表面電極形成領域を除いて形成されていることを特徴とする太陽電池。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の太陽電池において、上記透明ガラス層は、放射線保護用ガラスを太陽電池セルの表面に接着するための接着層であることを特徴とする太陽電池。

【請求項 8】 請求項 2 に記載の太陽電池の製造方法であって、上記透明ガラス層を、粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記太陽電池セルの表面に塗布し、上記溶剤を揮発させた後、上記粉末ガラスを焼成して形成することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 9】 請求項 6 に記載の太陽電池の製造方法であって、半導体ウェハの表面に P-N 接合を形成する工程と、半導体ウェハの全面に感光性レジストを塗布した後、表面電極形成領域のみに上記感光性レジストを残すようにパターニングする工程と、半導体ウェハの全面に粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を塗布し、上記溶剤を揮発させた後、上記粉末ガラスを焼成する工程と、上記レジストを除去した後に、メッキによって上記表面電極を形成する工程を備えたことを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 10】 請求項 6 に記載の太陽電池の製造方法であって、半導体ウェハの表面に P-N 接合を形成する工程と、上記半導体ウェハの表面における表面電極形成領域に下地金属を形成する工程と、上記下地金属を含む半導体ウェハの表面全体に粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を塗布し、上記溶剤を揮発させた後、上記粉末ガラスを焼成する工程を備えたことを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 11】 請求項 7 に記載の太陽電池の製造方法であって、

粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記放射線保護用ガラスの表面に塗布する工程と、

上記粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記太陽電池セルの表面に塗布する工程と、

上記太陽電池セルと放射線保護用ガラスとにおける互いの上記溶液が塗布された側の面を貼り合わせる工程と、上記溶剤を揮発させた後に上記粉末ガラスを焼成する工程を備えたことを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 12】 請求項 8 乃至請求項 11 の何れか一つに記載の太陽電池の製造方法によって太陽電池を形成し、

上記形成された太陽電池における上記半導体ウェハの裏面側を、所定の厚さに剥離することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電気特性を低下させる低エネルギープロトンからの防御を可能にする太陽電池、および、その製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】人工衛星の電源に使用される宇宙用太陽電池は、図 8 に示すように、太陽電池セル 1 の表面に、厚さ $50\mu\text{m}$ ～ 1mm 程度のカバーガラス 2 をシリコン接着剤 3 で接着して形成されている。宇宙空間には、様々なエネルギーの放射線が飛び交っており、太陽電池セル 1 に放射線が照射されると結晶の欠陥を生み出すために光電変換の能力が低下する。特に、低エネルギーのプロトンは、物体に衝突すると内部にまで到達せずに極表面で吸収される。ところが、太陽電池セル 1 は、その表面における $0.1\mu\text{m}$ ～ $0.3\mu\text{m}$ の極浅い部分に P-N 接合が有るために、低エネルギープロトンの衝突による劣化が大きいのである。

【0003】そこで、上述のように、宇宙用太陽電池の表面には、厚さ $50\mu\text{m}$ ～ 1mm 程度のカバーガラス 2 がシリコン接着剤 3 で接着されているのである。このように、カバーガラス 2 が接着された場合は、低エネルギーのプロトンは、カバーガラス 2 によって吸収されて太陽電池セル 1 までは到達しない。こうして、カバーガラス 2 によって、太陽電池セル 1 の放射線劣化の一部が防止されるのである。尚、通常のガラスの場合は放射線によって着色するために、セリウム (Ce) を添加して上記放射線による着色を防止するようにしている。

【0004】ところで、上記太陽電池セル 1 の表面電極 4 は、P-N 接合部 5 から効率的に電流を取り出すために 0.5mm ～数 mm の間隔で線状に形成され、電流取出し部分 (図示せず) に集まるよう設計されている。表面電極 4 は、電気抵抗が小さくなるように抵抗率の小さい銀等の金属が形成される。さらには、断面積を大きくして電気

抵抗を小さくするために、厚く形成されることが要求される。通常、表面電極 4 は真空蒸着法等により形成されるが、電気抵抗を小さくするために厚く形成しようとすると時間が長く掛る。そこで、メッキによって厚さを厚くする方法が考えられる。

【0005】ところが、メッキによって表面電極 4 を形成すると、厚さ方向だけではなく幅方向にも大きくなって、太陽電池セル 1 へ入射される太陽光を遮光してしまうことになる。そのために、表面電極 4 を、厚さ方向にのみメッキによって厚く形成するためには、メッキの厚さ以上のレジストによるパターンニングが必要になる。さらに、P 型シリコン基板 6 に直接銀をメッキすると十分な密着強度が得られないために、チタン(Ti)等の金属材料を電極形状にパターンニングした後、上記パターンニングされた金属材料の周囲を囲むようにメッキ用のパターンニングを行う必要がある。

【0006】一方において、太陽電池の製造方法の一つとして、膜厚が薄く且つ均一なシリコンウェハを得る水素イオン剥離法(特開平 10-93122 号公報)がある。この水素イオン剥離法では、多結晶シリコンのインゴットあるいはウェハに水素イオンを注入し、注入側の表面に第 2 の基板を接着する。そして、適度な熱処理を行うことによって上記第 2 の基板側のシリコン基板を薄い厚さで剥離させ、この薄膜シリコンを用いて省資源型の太陽電池を製造するものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の太陽電池には以下のような問題がある。すなわち、図 8 に示す太陽電池の場合には、上述したように、カバーガラス 2 を接着する接着剤 3 としてシリコン接着剤が使用されている。この接着剤 3 には、宇宙空間での高温、高真空において放出されるガス(アウトガス)が少ないことが要求されているために、精製された非常に高価な樹脂が使用される。したがって、コストアップに繋がると言う問題がある。また、接着剤 3 は、常温では柔らかい特性を有しているが、シリコンやガラスに比して -80℃以下の低温で急激な物性変化を呈する。そのために、極低温環境において、太陽電池セル 1 およびカバーガラス 2 に大きな熱ストレスを与える。その結果、太陽電池セル 1 やカバーガラス 2 の破損や接着剤 3 の剥離等の不具合が生じ易いと言う問題がある。

【0008】また、上記接着剤 3 は、上記カバーガラス 2 の接着作業中に、太陽電池セル 1 の側面やカバーガラス 2 の表側にはみ出すことがある。ところが、シリコン接着剤 3 は紫外線に照射されると変質してしまうので、上述のようにカバーガラス 2 の表面に付着したり側面からはみ出した接着剤 3 a は取り除く必要がある。しかしながら、接着剤 3 a の除去作業は、50 μm~1mm と非常に薄いカバーガラス 2 や太陽電池セル 1 を扱うことが多いために精密な取り扱いが必要である。

【0009】また、上記太陽電池セル 1 とカバーガラス 2 との側壁での位置合せは、太陽電池セル 1 が露出しないこと及びカバーガラス 2 が太陽電池セル 1 よりも大きく張り出さないことから、通常 0.2mm 以下の寸法差で正確に行う必要がある。さらに、上述のごとくメッキによって表面電極 4 を形成する場合には、チタン(Ti)等の下地金属と表面電極 4 の横方向への広がりを防ぐメッキ用パターンニングとの位置合せを精度良く行う必要がある。ところが、この下地金属とメッキ用パターンニングとの位置合せは製造上時間が必要であり、そのために宇宙用太陽電池の量産が難しい欠点がある。

【0010】さらに、上記水素イオン剥離法による太陽電池の製造方法においては、得られる太陽電池におけるシリコン基板の膜厚が薄いために、機械的に補強するための第 2 の基板を予め接着しておく必要がある。この第 2 の基板は、導電性の金属材料や太陽光線の少なくとも一部に対して透光性を有する絶縁材料であって、ガラス板やアルミニウム板等が用いられる。その場合、上記第 2 の基板としてガラス板を用いた場合には、太陽電池形成の際に第 2 の基板をカバーガラスとして利用することになり、シリコンウェハに第 2 の基板を接着する際には、上述の太陽電池セルにカバーガラスを接着する場合と同様の問題が発生する可能性がある。また、上記第 2 の基板としてアルミニウム等を用いた場合には、上記第 2 の基板分だけコストアップに繋がると言う問題がある。

【0011】そこで、この発明の目的は、はみ出した接着剤の除去や精度の高い位置合せの必要が無く、地球と宇宙との環境変化が繰り返されても熱歪が小さい太陽電池、および、その製造方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に係る発明の太陽電池は、太陽電池セルの表面に透明ガラス層が直接形成されていることを特徴としている。

【0013】上記構成によれば、接着によらずに放射線保護用のガラス板が太陽電池セルの表面に直接形成されている。したがって、上記ガラスを接着するための高価な接着剤を必要とせず、はみ出した接着剤を取り除く作業を無くし、上記太陽電池セルと上記ガラス板との位置合わせ不良を無くして、コストダウンが図られる。さらには、低温下での接着剤の物性変化に起因する太陽電池セルや上記ガラス板に対する熱応力が無くなり、上記太陽電池セルやガラス板の破損あるいは接着剤の剥離が減少される。

【0014】また、請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に係る発明の太陽電池において、上記透明ガラス層は、粉末ガラスを焼成して形成されたことを特徴としている。

【0015】上記構成によれば、粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記太陽電池セルの表面に塗布して上記溶

剤を揮発させることによって、上記透明ガラス層が上記太陽電池セルの表面に容易に直接形成される。

【0016】また、請求項3に係る発明は、請求項1に係る発明の太陽電池において、上記透明ガラス層にはセリウムが添加されていることを特徴としている。

【0017】上記構成によれば、上記透明ガラス層にはセリウムが添加されているために、放射線によって着色することが防止される。

【0018】また、請求項4に係る発明は、請求項1に係る発明の太陽電池において、上記透明ガラス層は、屈折率が異なる複数のガラス層を積層して構成されていることを特徴としている。

【0019】上記構成によれば、上記透明ガラス層を構成する複数のガラス層の屈折率を、上記太陽電池セル側から外側に向かって順次大きくなるように設定することによって、上記透明ガラス層における表面の光反射率が小さくなる。したがって、太陽光の吸収率が大きくなり、光電変換効率が向上される。

【0020】また、請求項5に係る発明は、請求項1に係る発明の太陽電池において、上記透明ガラス層の厚さは、50 μ m～1000 μ mであることを特徴としている。

【0021】上記構成によれば、物体に衝突すると内部にまで到達せずに極表面で吸収される低エネルギーのプロトンが、必要最小限の厚みの透明ガラス層によって効果的に吸収される。

【0022】また、請求項6に係る発明は、請求項1に係る発明の太陽電池において、上記透明ガラス層は、表面電極形成領域を除いて形成されていることを特徴としている。

【0023】上記構成によれば、上記透明ガラス層が表面電極形成領域を除いて形成されているため、後に上記表面電極形成領域に表面電極をメッキによって形成する場合に、上記透明ガラス層がメッキ電極形成用パターンとして利用される。

【0024】また、請求項7に係る発明は、請求項1に係る発明の太陽電池において、上記透明ガラス層は、放射線保護用ガラスを接着するための接着層であることを特徴としている。

【0025】上記構成によれば、放射線保護用ガラスと同じ材質の透明ガラス層によって、上記放射線保護用ガラスが太陽電池セルの表面に接着される。したがって、太陽電池形成時において高価なシリコン接着剤を必要としない。さらに、接着層としての上記透明ガラス層は耐紫外線性に優れるため、はみ出した透明ガラス層を取り除く作業をなくしてコストダウンが図られる。さらに、低温下での接着層の物性変化に起因する太陽電池セルやガラス板に対する熱応力が無くなり、上記太陽電池セルやガラス板の破損や接着剤の剥離が減少される。

【0026】また、請求項8に係る発明は、請求項2に

係る発明の太陽電池の製造方法であって、上記透明ガラス層を、粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記太陽電池セルの表面に塗布し、上記溶剤を揮発させた後、上記粉末ガラスを焼成して形成することを特徴としている。

【0027】上記構成によれば、接着によらずに透明ガラス層が上記太陽電池セルの表面に直接形成される。したがって、放射線保護用のガラスを接着するための高価な接着剤を必要とせず、はみ出した接着剤を取り除く作業を無くし、上記太陽電池セルと放射線保護用のガラス板との位置合わせ不良を無くして、コストダウンが図られる。さらに、低温下での接着剤の物性変化に起因する太陽電池セルや上記ガラス板に対する熱応力が無くなり、上記太陽電池セルやガラスの破損あるいは接着剤の剥離が減少される。

【0028】また、請求項9に係る発明は、請求項6に係る発明の太陽電池の製造方法であって、半導体ウェハの表面にPN接合を形成する工程と、半導体ウェハの全面に感光性レジストを塗布した後、表面電極形成領域のみに上記感光性レジストを残すようにパターニングする工程と、半導体ウェハの全面に粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を塗布して上記溶剤を揮発させた後、上記粉末ガラスを焼成する工程と、上記レジストを除去した後に、メッキによって上記表面電極を形成する工程を備えたことを特徴としている。

【0029】上記構成によれば、上記透明ガラス層は表面電極形成領域を除いて形成されるために、上記表面電極形成領域に表面電極をメッキによって形成する場合に、上記透明ガラス層がメッキ電極形成用パターンとして利用される。さらに、専用のメッキ電極形成用パターンを必要としないために上記表面電極とメッキ電極形成用パターンとの位置合わせの必要がなく、上記表面電極が非常に簡単に形成される。

【0030】また、請求項10に係る発明は、請求項6に記載の太陽電池の製造方法であって、半導体ウェハの表面にPN接合を形成する工程と、上記半導体ウェハの表面における表面電極形成領域に下地金属を形成する工程と、上記下地金属を含む半導体ウェハの表面全体に粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を塗布し、上記溶剤を揮発させた後、上記粉末ガラスを焼成する工程を備えたことを特徴としている。

【0031】上記構成によれば、上記溶液は下地金属にはじかれるために上記透明ガラス層は表面電極形成領域を除いて形成される。したがって、上記下地金属上に表面電極をメッキによって形成する場合に、上記透明ガラス層がメッキ電極形成用パターンとして利用される。さらに、上記表面電極用の下地金属と上記透明ガラス層との位置合わせの必要がなく、上記表面電極が非常に簡単に形成される。さらに加えて、上記透明ガラス層形成用の感光性レジストのパターニングが必要なく、請求項9に係る発明よりも更に簡単に上記表面電極が形成される。

【0032】また、請求項11に係る発明は、請求項7に係る発明の太陽電池の製造方法であって、粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記放射線保護用ガラスの表面に塗布する工程と、上記粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記太陽電池セルの表面に塗布する工程と、上記太陽電池セルと放射線保護用ガラスとにおける互いの上記溶液が塗布された側の面を貼り合わせる工程と、上記溶剤を揮発させた後に上記粉末ガラスを焼成する工程を備えたことを特徴としている。

【0033】上記構成によれば、放射線保護用ガラスと同じ材質の透明ガラス層によって、上記放射線保護用ガラスが太陽電池セルの表面に接着される。したがって、高価なシリコン接着剤を必要としない。さらに、接着層としての上記透明ガラス層は耐紫外線性に優れるため、はみ出した透明ガラス層を取り除く作業を無くしてコストダウンが図られる。さらに、低温下での接着層の物性変化に起因する太陽電池セルやガラス板に対する熱応力が無くなり、上記太陽電池セルやガラス板の破損や接着剤の剥離が減少される。

【0034】また、請求項12に係る発明の太陽電池の製造方法は、請求項8乃至請求項11の何れか一つに係る発明の太陽電池の製造方法によって太陽電池を形成し、上記形成された太陽電池における上記半導体ウェハの裏面側を所定の厚さに剥離することを特徴としている。

【0035】上記構成によれば、裏面側が所定の厚さに剥離された薄膜半導体基板を用いて省資源型の太陽電池を製造するに際して、上記薄膜半導体基板が上記透明ガラス層によって機械的に補強される。したがって、上記薄膜半導体基板を補強するための専用基板を接着する必要がなく、上記専用基板の接着に伴う問題やコストアップが解消される。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、この発明を図示の実施の形態により詳細に説明する。

<第1実施の形態>図1は、本実施の形態の太陽電池における概略縦断面図である。本実施の形態における太陽電池11では、放射線保護用ガラス(以下、単にガラスと言う)13が、太陽電池セル12の表面に、接着剤を介さずに直接形成されている。尚、太陽電池セル12の構造は図8に示す従来の太陽電池セル1と同じであり、P型シリコン基板14の表面にN⁺層15が形成されて、PN接合部16を形成している。そして、N⁺層15の表面にはN電極17が0.5mm〜数mmの間隔で線状に形成され、P型シリコン基板14の表面にはP電極18が形成されている。

【0037】図2は、上記構成を有する太陽電池11におけるガラス13の形成手順を示す図である。先ず、図1に示す構成を有する太陽電池セル12が用意される(ステップS1)。そして、太陽電池セル12におけるN

電極17側の表面に、粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液が塗布される(ステップS2)。そうした後、溶剤成分が揮発されて乾燥される(ステップS3)。但し、一度の溶液塗布で形成されるガラス13の厚さは20μm程度と放射線保護用ガラスとしては薄いため、上記ステップS2およびステップS3が何度も繰り返されて、ガラス13が何層も重ねて形成される。こうして、所望(50μm〜1mm程度)の厚さのガラス13の層が形成されると、ベーク(焼成)によって粉末ガラスが熔融されて最終的にガラス13が形成される(ステップS4)。尚、上記焼成における焼成温度は400℃〜750℃である。

【0038】実施例として、上記粉末ガラスとして日本電気硝子社製のGP-5210を用いた例に付いて述べる。先ず、10ΩのP型シリコンウェハの両面に、熱拡散法によってN型の不純物層(N⁺層)を形成する。そして、片側の不純物層をエッチングによって取り除いたP型シリコンウェハにおける残った不純物層上に、アルコールを主成分とする溶剤にGP-5210を溶かした溶液を塗布する。次に、アルコール成分を蒸発させ、その後、600℃と720℃とで二回焼成する。

【0039】このように、本実施の形態においては、電極17、18が形成された太陽電池セル12における電極17側の表面に、粉末ガラスを溶剤で溶かしてなる溶液を塗布した後に溶剤成分を揮発させて焼成することによって、直接ガラス13の層を形成するようにしている。したがって、太陽電池セル12の表面に均一にガラス13の層を形成することができ、煩わしい太陽電池セルとガラスとの位置合わせや、はみ出した接着剤を取り除く仕上げ作業を行う必要はない。また、太陽電池セル(P型シリコン基板14)12と略同等の熱膨張係数を呈するガラス13を形成できる粉末ガラスを選ぶことによって、地球と宇宙との環境変化に伴う大きな温度変動や温度サイクルにおける熱歪を小さくすることができる。

【0040】すなわち、本実施の形態によれば、高価な接着剤を必要としないこと、不必要な接着剤の除去工程を無くして製造工程を簡略化すること、太陽電池セルとガラスとの位置合わせを無くして製品歩留まりを向上すること等によって、コストダウンを図ることができるのである。さらに、上記熱歪に伴う太陽電池セル12やガラス13の破損やガラス13の剥離等の不具合を無くして、信頼性を向上させることができるのである。

【0041】<第2実施の形態>上述のごとく、第1実施の形態においては、粉末ガラスを溶剤で溶かしてなる溶液の一回の塗布では形成されるガラス13の厚さが不十分のため、上記溶液の塗布を繰り返してガラス13を何層も重ねて形成している。本実施の形態においては、ガラス13を複数層に形成するに際して、各層を形成するための粉末ガラスの屈折率を各層毎に異なるようにするのである。

【0042】その場合に、図3に示すように、太陽電池

セル 22 の表面側から外側に向かって順次屈折率 n が大きくなるようにガラス層 24 ~ 27 を多層に形成する。こうすることによって、第 1 実施の形態における効果に加えて、ガラス 23 の表面における太陽光の反射率を小さくすることができる。したがって、太陽電池 21 による太陽光の吸収率を大きくして光電変換の効率を向上できるのである。尚、ガラス 23 の形成手順は、図 2 に示す形成手順に順ずる。

【0043】<第 3 実施の形態> 上記各実施の形態においては、上記粉末ガラスを放射線保護用ガラス 13、23 の形成に使用している。ところが、その場合には、放射線保護用ガラスとして厚いガラスが要求される場合には、粉末ガラスの溶液の塗布回数が非常に多くなり、積層されるガラスの層数が多くなって均一な放射線保護用ガラスが得られない場合がある。そのような場合に対処するため、本実施の形態においては、上記粉末ガラスを太陽電池セルと放射線保護用ガラスの接着に使用するものである。本実施の形態においては、図 4 に示すように、太陽電池セル 32 の表面に、粉末ガラスで形成されるガラス層 34 で放射線保護用ガラス 33 を接着することによって、太陽電池 31 を形成している。

【0044】図 5 は、上記構成を有する太陽電池 31 におけるガラス 33 の接着手順を示す図である。先ず、太陽電池セル 32 が用意される(ステップ S11)。そして、ガラス 33 に粉末ガラスの溶液が塗布される(ステップ S12)。太陽電池セル 32 の表面に粉末ガラスの溶液が塗布される(ステップ S13)。そうした後、太陽電池セル 32 とガラス 33 とが貼り合わされ(ステップ S14)、高温、高真空中でベーク(焼成)が行われる(ステップ S15)。そして、粉末ガラスが熔融された段階で定圧に戻されて冷却される(ステップ S16)。こうして、最終的に放射線保護用ガラス 33 が接着される。

【0045】本実施の形態によれば、上記放射線保護用ガラスとして厚いガラスが要求される場合であっても、粉末ガラス溶液の少ない塗布によって簡単に形成することができる。また、太陽電池セル 32 と放射線保護用ガラス 33 との接着層としてのガラス層 34 は、塗布する粉末ガラスの溶液を薄く塗布することによって薄く均一に形成することができる。したがって、ガラス層 34 ははみ出し量は小さく、然も、はみ出したガラス層 34 は耐紫外線性に優れているので取り除く必要がない。したがって、貼り合わせ後の仕上げ工程を簡単にコストダウンを図ることができる。また、本実施の形態の場合においても、太陽電池セル(P型シリコン基板) 32 とガラス 33 とガラス層 34 との熱膨張係数を揃えることによって、地球と宇宙との環境変化に伴う大きな温度変動や温度サイクルにおける熱歪を小さくし、太陽電池セル 32 やガラス 33 の破損やガラス 33 の剥離等の不具合を無くして高信頼性を得ることができるのである。

【0046】<第 4 実施の形態> 上記各実施の形態にお

いては、上記 N^+ 層 15 の表面に N 電極 17 が形成された太陽電池セル 12、22、32 上に、ガラス 13、23、33 を形成あるいは接着する場合に付いて説明している。これに対して、本実施の形態は、 N^+ 層の表面にガラスを形成した後に電極をメッキによって形成するものである。以下、詳細に述べる。

【0047】図 6 は本実施の形態による放射線保護用ガラスおよび電極の形成方法を示す。先ず、図 6 (a) に示すように、P 型シリコン基板 41 の表面に N^+ 層 42 が形成され、更に N^+ 層 42 上にチタン(Ti)等によって下地金属 43 がパターンニングされる。

【0048】次に、図 6 (b) に示すように、全面に、粉末ガラスを溶剤に溶かした溶液 44 が塗布される。その場合、下地金属 43 の部分では粉末ガラスの溶液 44 がはじかれるため、塗布された粉末ガラス溶液 44 は下地金属 43 の部分を除いてパターンニングされる。そうした後、溶剤が揮発され、焼成が行われて、図 6 (c) に示すようにガラス 45 が形成される。その後、図 (d) に示すように、下地金属 43 上に銀等をメッキすることによってメッキ電極 46 が形成される。その場合、下地金属 43 の両側にはガラス 45 の壁が有るために、メッキ電極 46 は厚さ方向にのみ形成される。

【0049】このように、本実施の形態によれば、上記 N^+ 層 42 の表面に形成されたガラス 45 をメッキ電極形成用パターンとして使用するので、メッキ電極 46 の横方向への広がりを防ぐ専用のレジスト等によるメッキ電極形成用パターンを必要とはしない。また、形成されたガラス 45 は下地金属 43 の部分を除いてパターンニングされるので、下地金属 43 とガラス 45 との位置合せの必要が無い。したがって、メッキ電極 46 の形成が非常に簡単になり、宇宙用太陽電池の量産が容易になる。

【0050】尚、本実施の形態においては、粉末ガラスを溶剤に溶かした溶液 44 が下地金属 43 の部分ではじかれることを利用して、表面電極形成領域を除いて粉末ガラス溶液 44 をパターンニングしている。しかしながら、この発明はこれに限定されるものではなく、例えば、次のようにして表面電極形成領域を除いて粉末ガラス溶液をパターンニングしてもよい。

【0051】すなわち、先ず、P 型シリコン基板の表面に N^+ 層を形成する。そして、上記 P 型シリコン基板の全面に感光性レジストを塗布し、表面電極形成領域のみに上記感光性レジストを残すようにパターンニングする。次に、上記 P 型シリコン基板の全面に粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を塗布し、上記溶剤を揮発させた後に上記粉末ガラスを焼成して放射線保護用ガラスを形成する。その後、上記レジストを除去し、上記表面電極形成領域に下地金属を形成する。そして、この下地金属上にメッキによって上記表面電極を形成するのである。この場合にも、上記下地金属の両側にはガラスの壁が有るために、メッキ電極は厚さ方向にのみ形成されることにな

る。また、上記下地金属と放射線保護用ガラスとの位置合せの必要が無く、メッキ電極の形成が非常に簡単になり、宇宙用太陽電池の量産が容易になる。

【0052】<第5実施の形態>本実施の形態は、上述の水素イオン剥離法に対してこの発明を適用するものである。図7は本実施の形態によるガラスの形成方法を示す。まず、図7(a)に示すように、P型シリコン基板51の表面にN⁺層52が形成され、剥離位置(水素注入層)53まで水素イオンが注入された後に、N電極54が形成される。そして、図7(b)に示すように、第1〜第4実施の形態の何れかによって、N⁺層52側の表面にガラス55が形成される。次に、熱処理が行われて、図7(c)に示すように、P型シリコン基板51の表面が水素注入層53(56)の位置から剥離される。そして、剥離面上にP電極(図示せず)が形成されて、放射線保護用ガラス55が形成された非常に薄い太陽電池57が得られる。その場合、放射線保護用ガラス55が薄膜シリコンの補強材となっている。一方、太陽電池57が剥離された後のP型シリコン基板51'は再利用されて、図7(d)に示すように、N⁺層52'が形成され、水素注入層53'まで水素イオンが注入された後に、N電極54'が形成される。以後、上述の手順が繰り返される。

【0053】このように、本実施の形態においては、P型シリコン基板51の表面にN⁺層52を形成し、水素イオンを注入し、N電極54を形成した後、N⁺層52側の表面に放射線保護用のガラス55を形成する。その後、熱処理を行って剥離を行うようにしている。その結果、放射線保護用ガラス55を薄膜シリコンの補強材として利用することができ、薄膜シリコンを機械的に補強するための専用の基板を接着する必要がある。したがって、その分だけコストダウンを図ることができる。さらに、放射線保護用ガラス55は、接着剤を用いることなくP型シリコン基板51上に直接形成されるため、第1〜第4実施の形態と同様に、ガラスを接着剤で貼り付ける場合の種々の問題点を解決できるのである。

【0054】尚、上記各実施の形態においては特に述べてはいないが、放射線保護用ガラス13、23、45、55および接着用のガラス層34を形成する際に、粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液中にセリウムを添加することによって、形成されたガラスが放射線によって着色することを防止できる。

【0055】

【発明の効果】以上より明らかなように、請求項1に係る発明の太陽電池は、太陽電池セルの表面に透明ガラス層が直接形成されているので、放射線保護用のガラス板を太陽電池セルの表面に接着する必要が無い。したがって、上記ガラスを接着するための高価な接着剤を必要とはせず、はみ出した接着剤を取り除く作業を無くし、上記太陽電池セルと上記ガラス板との位置合わせ不良を無くして、コストダウンを図ることができる。さらに、低

温下での接着剤の物性変化に起因する太陽電池セルや上記ガラス板に対する熱応力を無くし、上記太陽電池セルやガラス板の破損あるいは接着剤の剥離を減少できる。

【0056】また、請求項2に係る発明の太陽電池は、粉末ガラスを焼成して上記透明ガラス層を形成するので、上記粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記太陽電池セルの表面に塗布して上記溶剤を揮発させて上記粉末ガラスの層を形成することによって、上記透明ガラス層を上記太陽電池セルの表面に接着によらずに容易に直接形成できる。

【0057】また、請求項3に係る発明の太陽電池は、上記透明ガラス層にセリウムを添加したので、上記透明ガラス層が放射線によって着色するのを防止できる。

【0058】また、請求項4に係る発明の太陽電池は、屈折率が異なる複数のガラス層を積層して上記透明ガラス層を構成したので、上記透明ガラス層を構成する複数のガラス層の屈折率を上記太陽電池セル側から外側に向かって順次大きくなるように設定することによって、上記透明ガラス層における表面の光反射率を小さくできる。したがって、太陽光の吸収率を大きくでき、光電変換効率を向上できる。

【0059】また、請求項5に係る発明の太陽電池は、上記透明ガラス層の厚さを50 μ m〜1000 μ mにしたので、物体に衝突すると内部にまで到達せずに極表面で吸収される低エネルギーのプロトンを、必要最小限の厚みの透明ガラス層によって効果的に吸収できる。

【0060】また、請求項6に係る発明の太陽電池における上記透明ガラス層は、表面電極形成領域を除いて形成されているので、後に上記表面電極形成領域に表面電極をメッキによって形成する場合に、上記透明ガラス層をメッキ電極形成用パターンとして利用でき、コストダウンを図ることができる。さらに、表面電極用の下地金属とメッキ電極形成用パターンとの位置合せの必要が無く、メッキ電極の形成を非常に簡単にし、宇宙用太陽電池の量産を容易にできる。

【0061】また、請求項7に係る発明の太陽電池は、上記透明ガラス層を、放射線保護用ガラスを接着するための接着層として使用するもので、放射線保護用ガラスとして厚いガラスが要求される場合でも、高価なシリコン接着剤を用いることなく簡単に形成することができる。さらに、接着層としての上記透明ガラス層は耐紫外線性に優れているため、はみ出した透明ガラス層を取り除く作業をなくすことができる。したがって、コストダウンを図ることができる。さらに、低温下での接着層の物性変化に起因する太陽電池セルやガラス板に対する熱応力を無くして、上記太陽電池セルやガラス板の破損あるいは接着剤の剥離を減少できる。

【0062】また、請求項8に係る発明の太陽電池の製造方法は、粉末ガラスを溶剤で溶かした溶液を上記太陽電池セルの表面に塗布し、上記溶剤を揮発させた後、上

13

記粉末ガラスを焼成して、上記透明ガラス層を形成するので、接着によらずに上記太陽電池セルの表面に透明ガラス層を容易に直接形成できる。したがって、高価な接着剤を必要とはせず、はみ出した接着剤を取り除く作業を無くし、上記太陽電池セルと放射線防止用のガラス板との位置合わせ不良を無くして、コストダウンを図ることができる。さらに、低温下での接着剤の物性変化に起因する太陽電池セルや上記ガラス板に対する熱応力を無くし、上記太陽電池セルやガラスの破損あるいは接着剤の剥離を減少できる。

【0063】また、請求項9に係る発明の太陽電池の製造方法は、半導体ウェハの表面にPN接合を形成し、半導体ウェハの全面に感光性レジストを塗布して表面電極形成領域のみに上記感光性レジストを残し、半導体ウェハの全面に粉末ガラスの溶液を塗布し、上記溶剤を揮発させて上記粉末ガラスを焼成し、上記レジストを除去した後メッキによって上記表面電極を形成するので、上記表面電極をメッキで形成する場合に上記透明ガラス層をメッキ電極形成用パターンとして利用でき、コストダウンを図ることができる。さらに、専用のメッキ電極形成用パターンを必要とはしないために上記表面電極と上記メッキ電極形成用パターンとの位置合わせの必要がなく、メッキ電極の形成を非常に簡単にして、宇宙用太陽電池の量産を容易にできる。

【0064】また、請求項10に係る発明の太陽電池の製造方法は、半導体ウェハの表面にPN接合を形成し、上記半導体ウェハの表面における表面電極形成領域に下地金属を形成し、上記下地金属を含む半導体ウェハの表面全体に粉末ガラスの溶液を塗布し、上記溶剤を揮発させた後、上記粉末ガラスを焼成するので、上記表面電極形成領域を除いて上記透明ガラス層を形成でき、上記請求項9に係る発明と同様の効果を奏することができる。さらに加えて、上記透明ガラス層形成用の感光性レジストのパターニングが必要なく、請求項9に係る発明よりも更に簡単に上記表面電極を形成できる。

【0065】また、請求項11に係る発明の太陽電池の製造方法は、粉末ガラスの溶液を上記放射線保護用ガラスの表面に塗布し、上記粉末ガラスの溶液を上記太陽電池セルの表面に塗布し、上記太陽電池セルと放射線保護用ガラスとを貼り合わせ、上記溶剤を揮発させた後に上記粉末ガラスを焼成するので、放射線保護用ガラスと同

14

じ材質の透明ガラス層によって、上記放射線保護用ガラスを太陽電池セルの表面に接着できる。したがって、上記請求項7に係る発明の場合と同様の効果を奏することができる。

【0066】また、請求項12に係る発明の太陽電池の製造方法は、請求項8乃至請求項11の何れか一つに係る発明の太陽電池の製造方法によって太陽電池を形成し、上記形成された太陽電池における上記半導体ウェハの裏面側を所定の厚さに剥離するので、薄膜半導体基板を用いて省資源型の太陽電池を製造するに際して、上記薄膜半導体基板を上記透明ガラス層によって機械的に補強できる。したがって、上記補強用の専用基板を接着する必要がなく、上記専用基板の接着に伴う問題やコストアップを解消できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の太陽電池における概略縦断面図である。

【図2】 図1におけるガラスの形成手順を示す図である。

20 【図3】 図1とは異なる太陽電池における概略縦断面図である。

【図4】 図1及び図3とは異なる太陽電池における概略縦断面図である。

【図5】 図4におけるガラスの接着手順を示す図である。

【図6】 図1、図3、図4とは異なる太陽電池におけるガラスおよび電極の形成方法を示す図である。

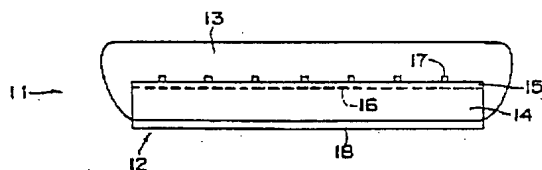
【図7】 図1、図3、図4、図6とは異なる太陽電池の製造方法の説明図である。

30 【図8】 従来の太陽電池における概略縦断面図である。

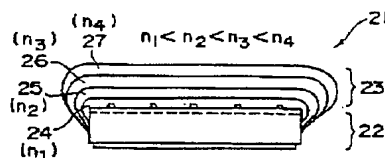
【符号の説明】

11, 21, 31, 57…太陽電池、12, 22, 32…太陽電池セル、13, 23, 33, 45, 55…放射線保護用ガラス(ガラス)、14, 41, 51…P型シリコン基板、15, 42, 52…N⁺層、16…PN接合部、17, 54…N電極、18…P電極、24~27…ガラス層、34…ガラス層(接着層)、43…下地金属、44…粉末ガラス溶液、46…メッキ電極、53…水素注入層。

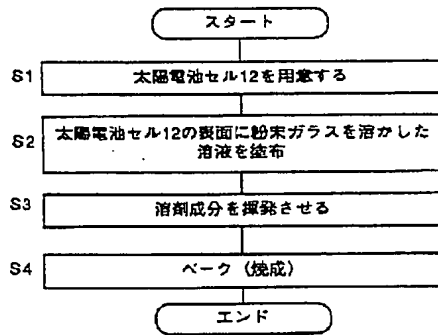
【図1】



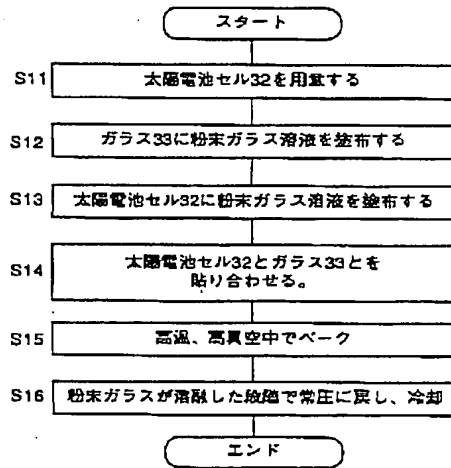
【図3】



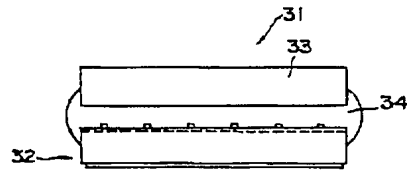
【図 2】



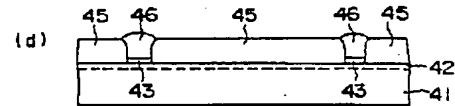
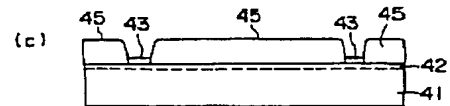
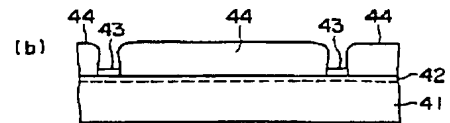
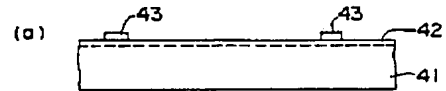
【図 5】



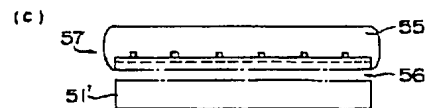
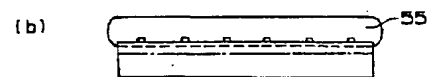
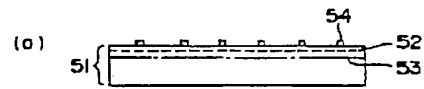
【図 4】



【図 6】



【図 7】



【図8】

